

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hiroshi GOTOH, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HERewith

FOR: ELECTRONIC DEVICE, METHOD OF MANUFACTURE OF THE SAME, AND SPUTTERING TARGET

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-368786	December 19, 2002
Japan	2003-274288	July 14, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年12月19日

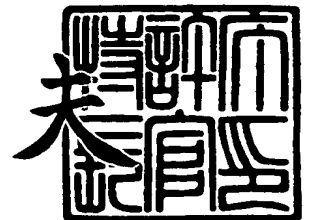
出願番号  
Application Number: 特願2002-368786  
[ST. 10/C]: [JP2002-368786]

出願人  
Applicant(s): 株式会社神戸製鋼所

2003年11月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 31089

【提出日】 平成14年12月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/136

【発明の名称】 表示デバイスおよびその製法

【請求項の数】 11

【発明者】

    【住所又は居所】 神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所  
                                神戸総合技術研究所内

    【氏名】 後藤 裕史

【発明者】

    【住所又は居所】 神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所  
                                神戸総合技術研究所内

    【氏名】 釘宮 敏洋

【発明者】

    【住所又は居所】 神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所  
                                神戸総合技術研究所内

    【氏名】 中井 淳一

【発明者】

    【住所又は居所】 神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所  
                                神戸総合技術研究所内

    【氏名】 富久 勝文

【特許出願人】

    【識別番号】 000001199

    【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所

## 【代理人】

【識別番号】 100067828

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 小谷 悦司

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100075409

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 植木 久一

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012472

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0216719

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表示デバイスおよびその製法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス基板上に配置された薄膜トランジスタと、透明電極によって形成された画素電極、および、これら薄膜トランジスタと画素電極を電氣的に接続するアルミニウム合金配線を有し、該アルミニウム合金配線と前記画素電極は高融点金属を介さずに直接接続しており、前記アルミニウム合金配線は、合金成分としてAu, Ag, Zn, Cu, Ni, Sr, Sm, Ge, Biよりなる群から選択される少なくとも1種を0.1～10原子%含み、該アルミニウム合金配線と画素電極が直接接触した接触界面において、非平衡状態で固溶した前記合金成分の一部または全部が析出物、金属間化合物、もしくは濃化層として存在していることを特徴とする表示デバイス。

【請求項2】 前記画素電極が、酸化インジウム錫もしくは酸化インジウム亜鉛である請求項1に記載の表示デバイス。

【請求項3】 前記アルミニウム合金配線が、非平衡状態で固溶した合金成分の一部または全部を析出物、金属間化合物、もしくは濃化層として形成させ、電気抵抗率 $8\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下に調整されている請求項1または2に記載の表示デバイス。

【請求項4】 前記アルミニウム合金配線と画素電極との接触界面に、長径が $0.03\mu\text{m}$ を超えるサイズの析出物もしくは金属間化合物が $100\mu\text{m}^2$ 当たり0.5個を超える個数で存在する請求項1～3のいずれかに記載の表示デバイス。

【請求項5】 ガラス基板上に配置された薄膜トランジスタと、透明電極によって形成された画素電極、および、これら薄膜トランジスタと画素電極を電氣的に接続するアルミニウム合金配線を有し、該アルミニウム合金配線と前記画素電極は高融点金属を介さずに直接接続された表示デバイスを製造するに当たり、前記アルミニウム合金配線には、合金成分としてAu, Ag, Zn, Cu, Ni, Sr, Sm, Ge, Biよりなる群から選択される少なくとも1種を0.1～10原子%含有せしめ、前記基板上に薄膜トランジスタ、画素電極およびアルミ

ニウム合金配線を形成した後、150～400℃の温度で熱処理することにより、上記アルミニウム合金配線中に非平衡状態で固溶した前記元素の一部または全部を、前記アルミニウム合金配線と画素電極の接触界面に、析出物、金属間化合物、もしくは濃化層として形成させることを特徴とする表示デバイスの製法。

【請求項6】 前記アルミニウム合金配線に非平衡状態で固溶した合金成分の一部または全部と画素電極の合金成分を相互拡散させることによって、前記アルミニウム合金配線と画素電極の接触界面に金属間化合物を形成させる請求項5に記載の製法。

【請求項7】 前記アルミニウム合金配線をスパッタリング法によって形成する請求項5または6に記載の製法。

【請求項8】 前記アルミニウム合金配線上に絶縁膜を積層形成し、該絶縁膜にコンタクトホールエッチングを行い、引続いて、アルミニウム合金配線をアルミニウム合金表面から1～200nmライトエッチングすることにより、該アルミニウム合金配線中に非平衡状態で固溶した合金成分の一部または全部の析出物もしくは金属間化合物を部分的に露出させる請求項5～7のいずれかに記載の製法。

【請求項9】 前記ライトエッチングを、前記アルミニウム合金配線をエッチングし得るガスを用いたドライエッチングによって行う請求項8に記載の製法。

【請求項10】 前記ライトエッチング工程を、アルミニウム合金配線をエッチングし得る薬液を用いたウエットエッチングによって行う請求項8に記載の製法。

【請求項11】 前記アルミニウム合金配線のライトエッチング工程で使用する薬液として、フォトレジストの剥離液を用いる請求項10に記載の製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は薄膜状の表示デバイスとその製法に関し、特に、半導体や液晶ディスプレイ、光学部品などに使用される薄膜トランジスタと画素電極およびアルミニ

ウム合金配線を構成要素として含む新規な表示デバイスとその製法に関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

例えばアクティブマトリクス型の液晶表示装置は、薄膜トランジスタ (TFT) をスイッチング素子とし、画素電極と走査線および信号線などの配線部を備えた TFT アレイ基板と、該 TFT アレイ基板に対し所定の間隔をおいて対向配置される共通電極を備えた対向基板と、これら TFT アレイ基板と対向基板との間に充填された液晶層によって構成される。画素電極としては、酸化インジウム ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) に酸化錫 ( $\text{SnO}$ ) を 10 質量%程度含有させた酸化インジウム錫 (ITO) 膜などが用いられる。

#### 【0003】

また、この画素電極に電氣的に接続される配線部の信号線は、純アルミニウムもしくは Al-Nd の如きアルミニウム合金と画素電極が直接接触しないよう、その間にバリアメタルとしてモリブデンやクロム、チタン、タングステン等の高融点金属からなる積層膜を介在させていたが、最近では、これら高融点金属を省略し、信号線に画素電極を直接接続させる試みもなされている。

#### 【0004】

例えば特許文献 1 によると、酸化インジウムに酸化亜鉛を 10 質量%程度含有させた ITO 膜からなる画素電極を使用すれば、信号線との直接コンタクトが可能になるとされている。

#### 【0005】

また特許文献 2 には、ドレイン電極にプラズマ処理やイオン注入によって表面処理を施す方法が開示され、また特許文献 3 には、第一層のゲートとソースおよびドレイン電極として、N, O, Si, C 等の不純物を含む第二層を積層した積層膜を形成する方法が開示されており、これらの方法を採用すれば、前掲の高融点金属を省略した場合でも、画素電極とのコンタクト抵抗を低レベルに維持できることが明らかにされている。

#### 【0006】

## 【特許文献 1】

特開平 11-337976 号公報

## 【特許文献 2】

特開平 11-283934 号公報

## 【特許文献 3】

特開平 11-284195 号公報

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

前掲の従来技術でバリアメタルを介在させる理由は、信号線を構成するアルミニウムまたはアルミニウム合金配線と画素電極を直接接触させると接触抵抗が上昇し、画面の表示品位が低下するからである。これは、アルミニウムが非常に酸化され易く、大気中では表面が容易に酸化されること、また画素電極は金属酸化物であるため、成膜時に生じる酸素や成膜時に添加する酸素によってアルミニウムが酸化され、表面にアルミニウム酸化物層が生成するからである。そして、この様に信号線と画素電極との接触界面に絶縁物層が形成されると、信号線と画素電極間の接触抵抗が高まり、画面の表示品位が低下する。

## 【0008】

一方バリアメタルは、元々アルミニウム合金配線の表面酸化を防ぎ、アルミニウム合金配線と画素電極の接触を良好にする作用を有しているが、上記接触界面にバリアメタルを介在させた従来構造を得るには、バリアメタル形成工程が不可欠となるため、ゲート電極やソース電極、更にはドレイン電極の形成に要する成膜用のスパッタ装置に加えて、バリアメタル形成用の成膜チャンバーを余分に装備しなければならない。しかし量産による液晶パネルなどの低コスト化が進むにつれて、バリアメタルの形成に伴う製造コストのアップや生産性の低下は軽視できなくなっている。

## 【0009】

このようなことから最近では、バリアメタルを省略可能とする電極材料や製造プロセスが求められている。こうした要望に対し前掲の特許文献 2 では、表面処理のための工程が 1 工程加重される。一方特許文献 3 では、ゲート電極やソース電



極、もしくはドレイン電極の成膜を同一の成膜チャンバーで連続して行うことができるが、工程数の増大は避けられない。しかも、不純物が混入した膜と混入していない膜の熱膨張係数の違いに原因して、連続使用時にチャンバーの壁面から膜が剥がれ落ちる現象が頻発するので、メンテナンスのため装置を頻繁に停止しなければならない。更に特許文献1では、現時点で最も普及している酸化インジウム錫（ITO）膜を酸化インジウム亜鉛（IZO）膜に変更しなければならないため、材料コストが高つく。

#### 【0010】

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、前述した様なバリアメタルの省略を可能にすると共に、工程数を増やすことなく簡略化し、アルミニウム合金配線材を画素電極に対し直接的かつ確実に接触させ得るような技術を確立することにある。

#### 【0011】

##### 【課題を達成するための手段】

上記課題を解決することのできた本発明に係る表示デバイスの構成は、ガラス基板上に配置された薄膜トランジスタと、透明電極によって形成された画素電極、および、これら薄膜トランジスタと画素電極を電氣的に接続するアルミニウム合金配線を有し、該アルミニウム合金配線と前記画素電極は高融点金属を介さずに直接接続しており、前記アルミニウム合金配線は、合金成分としてAu, Ag, Zn, Cu, Ni, Sr, Sm, Ge, Biよりなる群から選択される少なくとも1種を0.1～10原子%含み、該アルミニウム合金配線と画素電極が直接接触した接触界面において、非平衡状態で固溶した前記合金成分の一部または全部が析出物、金属間化合物、もしくは濃化層として存在しているところに要旨が存在する。

#### 【0012】

本発明の構成素材となる上記画素電極としては、酸化インジウム錫もしくは酸化インジウム亜鉛が好適であり、また前記アルミニウム合金配線材は、非平衡状態で固溶した合金成分の一部または全部を析出物、金属間化合物、もしくは濃化層として形成させ、電気抵抗率を $8\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下に調整されていることが好ま

しい。そして、上記アルミニウム合金配線と画素電極との接触界面に存在する析出物もしくは金属間化合物は、長径が $0.03\mu\text{m}$ を超えるサイズのものとして、 $100\mu\text{m}^2$ 当たり $0.5$ 個を超える個数で存在させることにより、接触抵抗を有意に低減できるので好ましい。

#### 【0013】

また本発明に係る製法は、上記表示デバイスを製造するための有用な方法として位置付けられるもので、その構成は、ガラス基板上に配置された薄膜トランジスタと、透明電極によって形成された画素電極、および、これら薄膜トランジスタと画素電極を電氣的に接続するアルミニウム合金配線を有し、該アルミニウム合金配線と前記画素電極は高融点金属を介さずに直接接続された表示デバイスを製造するに当たり、前記アルミニウム合金配線には、合金成分としてAu, Ag, Zn, Cu, Ni, Sr, Sm, Ge, Biよりなる群から選択される少なくとも1種を $0.1\sim 10$ 原子%含有せしめ、前記基板上に薄膜トランジスタ、画素電極およびアルミニウム合金配線を形成した後、 $150\sim 400^\circ\text{C}$ の温度で熱処理することにより、上記アルミニウム合金配線中に非平衡状態で固溶した前記元素の一部または全部を、前記アルミニウム合金配線と画素電極の接触界面に、析出物、金属間化合物、もしくは濃化層として形成させるところに要旨を有している。

#### 【0014】

この方法を実施するに当っては、上記アルミニウム合金配線に非平衡状態で固溶した合金成分の一部または全部と画素電極の合金成分を相互拡散させることによって、上記アルミニウム合金配線と画素電極の接触界面に金属間化合物を形成させることができる。また、上記アルミニウム合金配線を形成する好ましい方法としては、スパッタリング法が例示される。そして、上記アルミニウム合金配線上に絶縁膜を積層形成し、該絶縁膜にコンタクトホールエッチングを行った後、引続いてアルミニウム合金配線をアルミニウム合金表面から $1\sim 200\text{nm}$ 、より好ましくは $3\sim 100\text{nm}$ ライトエッチングし、該アルミニウム合金配線中に非平衡状態で固溶した合金成分の一部または全部の析出物もしくは金属間化合物を部分的に露出させれば、その上に形成される画素電極との接触抵抗をより一層

低減できるので好ましい。

#### 【0015】

上記ライトエッチングは、前記アルミニウム合金配線をエッチングし得るガスを用いたドライエッチング、あるいは、アルミニウム合金配線をエッチングし得る薬液を用いたウェットエッチングによって行うことができ、該ライトエッチング工程で使用する薬液としては、パターニングに使用するフォトリソの剥離液を用いるのがよい。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

上記本発明によれば、アルミニウム中に金や銀といった酸化され難い貴金属、あるいは亜鉛、銅、ニッケル、ストロンチウム、ゲルマニウム、サマリウムの如く、酸化物としての電気伝導率が比較的低い元素、更には、ビスマスの如くアルミニウム中への固溶限が低い元素を、アルミニウムまたはアルミニウム合金に微量含有させることにより、配線材自体の導電性は悪化させることなく、アルミニウム合金配線と画素電極の接触界面に電気抵抗の低い領域を部分的あるいは全面的に形成させ、それにより、アルミニウム合金配線と画素電極の接触抵抗を大幅に低減し、液晶ディスプレイの表示品位を高レベルに維持しつつ、工程数と製造コストを大幅に削減可能にしたものである。

#### 【0017】

以下、図面を参照しつつ、本発明に係る表示デバイスと表示デバイス用アレイ基板の実施形態を詳細に説明していくが、本発明はもとより図示例に限定されるわけではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

#### 【0018】

図1は、本発明が適用される液晶表示装置に搭載される液晶パネル構造の概略断面拡大説明図である。

#### 【0019】

図1の液晶パネルは、TFTアレイ基板(1)と、該TFTアレイ基板(1)に対向して配置された対向基板(2)、およびこれらTFTアレイ基板(1)と対向基板(2)

との間に配置され、光変調層として機能する液晶層(3)を備えている。TFTアレイ基板(1)は、絶縁性のガラス基板(1a)上に配置された薄膜トランジスタ (TFT) (4)、画素電極(5)、走査線や信号線を含む配線部(6)からなる。

#### 【0020】

対向基板(2)は、TFTアレイ基板(1)側の全面に形成された共通電極(7)と、画素電極(5)に対向する位置に配置されたカラーフィルタ(8)、TFTアレイ基板(1)上の薄膜トランジスタ (TFT) (4)や配線部(6)に対向する位置に配置された遮光膜(9)からなる。

#### 【0021】

また、TFTアレイ基板(1)および対向基板(2)を構成する絶縁性基板の外面側には、偏光板(10)、(10)が配置されると共に、対向基板(2)には、液晶層(3)に含まれる液晶分子を所定の向きに配向させるための配向膜(11)が設けられている。

#### 【0022】

このような構造の液晶パネルでは、対向電極(2)と画素電極(5)の間に形成される電界によって、液晶層(3)における液晶分子の配向方向が制御されて、TFTアレイ基板(1)と対向基板(2)との間の液晶層(3)を通過する光が変調され、これにより、対向基板(2)を透過する光の透過光量が制御されて画像が表示される。

#### 【0023】

またTFTアレイは、TFTアレイ外部へ引き出されたTABテープ(12)により、ドライバ回路(13)および制御回路(14)によって駆動される。

#### 【0024】

図中、(15)はスペーサー、(16)はシール材、(17)は保護膜、(18)は拡散板、(19)はプリズムシート、(20)は導光板、(21)は反射板、(22)はバックライト、(23)は保持フレーム、(24)はプリント基板を夫々示しており、これらについては後述する。

#### 【0025】

図2は、本発明で採用されるアレイ基板に適用される第1の実施例に係る薄膜トランジスタ部の構造を例示する概略断面説明図である。図2に示す如くガラス基板(1a)上には、アルミニウム合金によって走査線(25)が形成され、該走査線(2

5)の一部は、薄膜トランジスタのオン・オフを制御するゲート電極(26)として機能する。またゲート絶縁膜(27)を介して走査線(25)と交差するように、アルミニウム合金によって信号線が形成され、該信号線の一部は、薄膜トランジスタのソース電極(28)として機能する。

#### 【0026】

ゲート絶縁膜(27)上の画素領域には、例えば  $\text{In}_2\text{O}_3$  に  $\text{SnO}$  を含有させた  $\text{ITO}$  膜によって形成された画素電極(5)が配置されている。アルミニウム合金で形成された薄膜トランジスタのドレイン電極(29)は、画素電極(5)に直接コンタクトして電氣的に接続される。

#### 【0027】

この TFT アレイ基板(1)に、走査線(25)を介してゲート電極(26)にゲート電圧を供給すると、薄膜トランジスタがオン状態となり、予め信号線に供給された駆動電圧がソース電極(28)からドレイン電極(29)を介して画素電極(5)へ供給される。そして、画素電極(5)に所定レベルの駆動電圧が供給されると、図1で説明した如く対向電極(2)との間に電位差が生じ、液晶層(3)に含まれる液晶分子が配向して光変調が行われる。

#### 【0028】

次に、図2に示した TFT アレイ基板(2)の製法について簡単に説明する。尚ここで、スイッチング素子として形成される薄膜トランジスタは、水素アモルファスシリコンを半導体層として用いたアモルファスシリコン TFT を一例として挙げる。

#### 【0029】

第1の実施例に係る TFT アレイ基板(1)の製造工程の概略を、図3～10を例にとって説明する。

#### 【0030】

まずガラス基板(1a)に、スパッタリング等の手法で例えば膜厚 200 nm 程度のアルミニウム合金薄膜を成膜し、該アルミニウム合金薄膜をパターニングすることにより、ゲート電極(26)と走査線(25)を形成する(図3)。このとき、後記ゲート絶縁膜(27)のカバレッジが良くなるように、アルミニウム合金薄膜の周縁を

約 30～40 度のテーパ状にエッチングしておくのがよい。次いで図 4 に示す如く、例えばプラズマ CVD 法などの手法で、例えば膜厚が約 300 nm 程度の酸化シリコン膜( $\text{SiO}_x$ )でゲート絶縁膜(27)を形成し、更に、例えば膜厚 50 nm 程度の水素化アモルファスシリコン膜(a-Si:H)と膜厚 300 nm 程度の窒化シリコン膜( $\text{SiN}_x$ )を成膜する。

#### 【0031】

続いて、ゲート電極(26)をマスクとする裏面露光によって図 5 に示す如く窒化シリコン膜( $\text{SiN}_x$ )をパターンニングし、チャネル保護膜を形成する。更にその上に、燐をドーピングした例えば膜厚 50 nm 程度の n+型水素化アモルファスシリコン膜(n+a-Si:H)を成膜した後、図 6 に示す如く、水素化アモルファスシリコン膜(a-Si:H)と n+型水素化アモルファスシリコン膜(n+a-Si:H)をパターンニングする。

#### 【0032】

そしてその上に、例えば膜厚 300 nm 程度のアルミニウム合金膜を成膜し、図 7 に示す様にパターンニングすることにより、信号線と一体のソース電極(28)と、画素電極(5)に接触されるドレイン電極(29)を形成する。更に、ソース電極(28)とドレイン電極(29)をマスクとして、チャネル保護膜( $\text{SiN}_x$ )上の n+型水素化アモルファスシリコン膜(n+a-Si:H)を除去する。

#### 【0033】

そして図 8 に示す如く、例えばプラズマ CVD 装置などを用いて、窒化シリコン膜(30)を例えば膜厚 300 nm 程度で成膜することにより保護膜を形成する。この時の成膜は例えば 300℃程度で行なわれる。そしてこの窒化シリコン膜(30)上にフォトリジスト層(31)を形成した後、該窒化シリコン膜(30)をパターンニングし、例えばドライエッチング等によって窒化シリコン膜(30)にコンタクトホール(32)を形成する。この際、窒化シリコン膜(30)のエッチング完了後も、更に窒化シリコンのエッチングに要する時間+10%程度のオーバーエッチングを加える。この処理で、アルミニウム合金表面も数十 nm 程度エッチングされる。

#### 【0034】

更に図 9 に示す如く、例えば酸素プラズマによるアッシング工程を経た後、例

例えばアミン系等の剥離液を用いてフォトリジスト層(31)の剥離処理を行い、最後に、図10に示す如く例えば膜厚40nm程度のITO膜を成膜し、パターニングによって画素電極(5)を形成すると、TFTアレイ基板が完成する。

#### 【0035】

この様な製造工程で形成されたTFTアレイ基板は、画素電極(5)とアルミニウム合金で形成されたドレイン電極(29)とが直接コンタクトしたものとなる。

#### 【0036】

上記製法を実施する際に、ドレイン電極(29)を構成するアルミニウム合金配線材として、Au, Ag, Zn, Cu, Ni, Sr, Sm, Ge, Biよりなる群から選択される少なくとも1種を合金成分として0.1~10原子%、より好ましくは0.2~8原子%程度含有するアルミニウム合金を使用すると、該ドレイン電極(29)の形成条件に応じて、ドレイン電極(29)を構成する該アルミニウム合金配線材と画素電極(5)との接触界面に、例えば図11~13の断面拡大概念図に示す様な3種類の界面が形成される。

#### 【0037】

ちなみに、アルミニウム合金配線材中に含まれる上記合金成分の量が0.1原子%未満では、画素電極との接触界面に形成される濃化層や析出物、金属間化合物量が不十分で、本発明で意図するレベルのコンタクト抵抗低減効果が得られ難く、逆に10原子%を超えて過度に含有させると、アルミニウム合金配線の電気抵抗が高くなって画素の応答速度が遅くなり、消費電力が増大してディスプレイとしての品位が低下し、実用に供し得なくなる。よって、これらの利害得失を考慮すると、上記合金成分の含有量を0.1原子%以上、より好ましくは0.2原子%以上で、10原子%以下、より好ましくは8原子%以下、更に好ましくは5原子%以下に抑えることが望まれる。

#### 【0038】

図11では、上記固溶元素の析出物もしくはアルミニウムを含む固溶元素の金属間化合物によって、アルミニウム合金配線材と画素電極(5)が電氣的に導通されている。この様な状態は、例えば下記の様な手法を採用することによって得ることができる。

**【0039】**

即ち、絶縁膜成膜時に熱履歴を加え、もしくは、配線膜形成後でコンタクトホールエッチング前に、好ましくは150～400℃で15分以上の熱処理を加えることによって、上記固溶元素を含む析出物、もしくはアルミニウムを含む固溶元素の金属間化合物をアルミニウム粒界に生成させる。

**【0040】**

次に、絶縁膜のコンタクトホールエッチング工程で、アルミニウム合金表面から1～200nm、より好ましくは3～100nm程度がエッチングされる様にオーバーエッチング時間を追加し、アルミニウム合金表面にライトエッチングを施す。同じ効果として、絶縁膜のコンタクトホールエッチング工程後のフォトレジスト剥離工程で、アルミニウムに対してライトエッチング効果を有するアミン系の剥離液を使用し、アルミニウム合金の表面に固溶元素の析出物もしくは金属間化合物の一部を露出させることも可能である。このとき、アルミニウム合金の表面に絶縁膜が形成されていても、露出部分は前記固溶元素の特性によりアルミニウムに較べて酸化皮膜が形成され難いため、絶縁膜は殆ど形成されない。しかもこの露出部分は、電気抵抗が低いため電気が流れ易く、アルミニウム合金配線材が画素電極(29)に直接接続しても、コンタクト抵抗は低く抑えられる。

**【0041】**

尚ここで使用する剥離液の種類は特に制限されないが、好ましいのは、主成分としてモノエタノールアミンを5～70質量%程度、より好ましくは25～70質量%程度含むものである。この剥離液は、各種メタル材料のエッチング後に残留する変質膜やポリマー被膜除去の目的で一般的に使用される剥離液であり、汚染物除去の効果も高い。従って、この様な剥離液を洗浄に用いることによって、十分に低い接触抵抗値を確保できる。

**【0042】**

この他、ヒドロキシルアミンの如きアミン系主体の剥離液や、アミン系の主成分に加えて5～25質量%程度の水を含む剥離液も優れたライトエッチング効果を有しており、薄肉のアルミニウム酸化物であれば除去できる。しかしこの種の剥離液は高価であり、しかも、アルミニウム合金に対するエッチング速度も速い



ので、制御がやや難しい。

#### 【0043】

図12は、アルミニウム合金配線材と画素電極(5)のコンタクト界面に、前述した固溶元素の濃化層もしくは金属間化合物が凝集し、電氣的に導通している状態を概念的に示した図である。例えば合金成分としてBiを選択した場合、Biはアルミニウムに対して殆ど固溶しないため、成膜条件によってはこのようなコンタクト状態となる。

#### 【0044】

合金成分としてBiを選択して上記の様なコンタクト状態を得るための具体的な条件としては、例えばBiを0.1～10原子%程度含有するアルミニウム合金薄膜上に絶縁膜( $\text{SiN}_x$ )を成膜した後、150～400℃、より好ましくは200～350℃で15分～1時間程度熱処理することにより、アルミニウム粒界にBiを析出させる。そして、コンタクトホール形成時にドライエッチングにより絶縁膜のエッチングに必要なエッチング時間の約10%オーバーエッチングし、更にアミン系の剥離液を用いて表面をライトエッチングすることにより、ITO/A1-Bi合金膜の界面にBiの析出物を形成させればよい。このとき、Bi析出物のサイズと個数は、Bi添加量、熱処理の温度や時間、オーバーエッチング量等によって調整することができる。

#### 【0045】

図13には、固溶元素と画素電極(5)を構成する元素(In, Snなど)が相互拡散し、アルミニウム合金配線材と画素電極(5)の界面に固溶元素とInやSnとの相互拡散層が形成されることによって、電氣的な導通がとれている概念図を示す。即ち、前記固溶元素としてSmを選択した場合、その成膜条件によっては該図示例に示す様なコンタクト状態が得られる。

#### 【0046】

合金成分としてSmを選択して上記の様なコンタクト状態を得るための具体的な条件としては、例えばSmを0.1～10原子%程度含有するアルミニウム合金薄膜上に絶縁膜( $\text{SiN}_x$ )を成膜した後、150～400℃、より好ましくは200～350℃で15分～1時間程度熱処理することにより、アルミニウム粒界に

Bi を析出させる。そして、コンタクトホール形成時にドライエッチングにより絶縁膜のエッチングに必要なエッチング時間の約 10% オーバーエッチングし、更にアミン系の剥離液を用いて表面をライトエッチングすることにより、ITO / Al-Sm 合金膜の界面に、Sm と ITO 中の In, Sn との拡散層を形成できればよい。該拡散層の厚さは 5 ~ 50 nm の範囲とするのがよく、この厚さは、Sm 添加量、熱処理の温度や時間、オーバーエッチング量等によって調整すればよい。

#### 【0047】

上記図 12, 13 に示した例では、何れもアルミニウム合金配線材と画素電極と界面に絶縁層が形成されないので直接接続されることとなり、より低抵抗で確実な接続が実現される。

#### 【0048】

この様にして形成された TFT アレイ基板を備えた平面表示デバイスを、例えば液晶表示装置として使用すれば、画素電極と接続配線部との間のコンタクト抵抗を最小限に抑えることができるため、表示画面の表示品位に及ぼす悪影響を可及的に阻止できる。

#### 【0049】

次に、本発明のアレイ基板に適用される第 2 の実施例に係る薄膜トランジスタの構造を説明する。

#### 【0050】

図 14 は、本発明のアレイ基板に適用される第 2 の実施例に係る薄膜トランジスタの構造を概略的に示す拡大断面説明図であり、この例では、トップゲート構造の薄膜トランジスタが適用される。

#### 【0051】

図 14 に示す如く、ガラス基板(1a)上には、アルミニウム合金薄膜によって走査線が形成され、該走査線の一部は、薄膜トランジスタのオン・オフを制御するゲート電極(26)として機能する。また、層間絶縁膜( $\text{SiO}_x$ )を介して該走査線と交差する様にアルミニウム合金で信号線が形成され、該信号線の一部は薄膜トランジスタのソース電極(28)として機能する。

## 【0052】

層間絶縁膜( $\text{SiO}_x$ )上の画素領域には、例えば  $\text{In}_2\text{O}_3$  に  $\text{SnO}$  を含有させた  $\text{ITO}$  膜で形成された画素電極(5)が配置され、また、アルミニウム合金によって形成された薄膜トランジスタのドレイン電極(29)は、画素電極(5)に電氣的に接続される接続電極部として機能する。即ち、アルミニウム合金によって形成された薄膜トランジスタのドレイン電極(29)は、画素電極(5)に直接コンタクトして電氣的に接続されている。

## 【0053】

従って前記図2の例と同様に  $\text{TFT}$  アレイ基板に、走査線を介してゲート電極(26)にゲート電圧が供給されると、薄膜トランジスタがオン状態となり、予め信号線に供給された駆動電圧がソース電極(28)からドレイン電極(29)を介して画素電極(5)へ供給され、画素電極(5)に所定レベルの駆動電圧が供給されると、図1で説明した如く対向電極(10)との間に電位差が生じ、液晶層(3)に含まれる液晶分子が配向して光変調を行う。

## 【0054】

次に、図14に示した  $\text{TFT}$  アレイ基板の製法について説明する。この第2の実施例に係るアレイ基板に備えられた薄膜トランジスタは、ポリシリコン膜( $\text{poly-Si}$ )を半導体層とするトップゲート構造であり、図15～21は、第2の実施例に係る  $\text{TFT}$  アレイ基板の製造工程を概略的に示した図である。

## 【0055】

先ず、ガラス基板(1a)上に例えばプラズマ  $\text{CVD}$  法などにより、例えば基板温度  $300^\circ\text{C}$  程度で、膜厚  $50\text{ nm}$  程度の窒化シリコン膜( $\text{SiN}_x$ )と膜厚  $100\text{ nm}$  程度の酸化シリコン膜( $\text{SiO}_x$ )、更には、膜厚が例えば  $50\text{ nm}$  程度の水素化アモルファスシリコン膜( $\text{a-Si:H}$ )を成膜し、該水素化アモルファスシリコン膜( $\text{a-Si:H}$ )をポリシリコン化するため、熱処理とレーザーアニールを行う。熱処理は例えば  $470^\circ\text{C}$  程度で1時間程度の熱処理によって行い、脱水素処理を行った後、例えばエキシマレーザーアニール装置を用いて、例えばエネルギー約  $230\text{ mJ/cm}^2$  程度の条件でレーザを水素化アモルファスシリコン膜( $\text{a-Si:H}$ )に照射し、例えば厚さ  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  程度のポリシリコン膜( $\text{poly-Si}$ )を得る(図15)。

## 【0056】

その後、図16に示す如く、プラズマエッチング等によってポリシリコン膜(poly-Si)をパターニングする。次いで図17に示す如く、酸化シリコン膜( $\text{SiO}_x$ )を例えば膜厚100nm程度で成膜してゲート絶縁膜(27)とする。得られるゲート絶縁膜(27)上に、スパッタリング等によって、走査線と一体のゲート電極(26)となるアルミニウム合金膜を、例えば膜厚200nm程度で成膜した後、プラズマエッチング等の方法でパターニングすることにより、走査線と一体のゲート電極(26)を形成する。

## 【0057】

続いて図18に示す如く、フォトレジスト(31)でマスクを形成し、例えばイオン注入装置などにより、例えば磷を50KeV程度で $1 \times 10^{15}$ 個/cm<sup>2</sup>程度ドーピングし、ポリシリコン膜(poly-Si)の一部にn<sup>+</sup>型ポリシリコン膜(n<sup>+</sup>poly-Si)を形成してからフォトレジスト(31)を剥離し、例えば500℃程度で熱処理することによって拡散させる。

## 【0058】

続いて図19に示す如く、例えばプラズマCVD装置などを用いて、酸化シリコン膜( $\text{SiO}_x$ )を例えば膜厚500nm程度、基板温度300℃程度で成膜して層間絶縁膜を形成した後、同様にフォトレジストをパターニングすることにより層間絶縁膜( $\text{SiO}_x$ )とゲート絶縁膜(27)の酸化シリコン膜をドライエッチングし、コンタクトホールを形成し、スパッタリングによりアルミニウム合金膜を例えば膜厚450nm程度で成膜した後、パターニングすることによって、信号線に一体のソース電極(28)とドレイン電極(29)を形成する。その結果、ソース電極(28)とドレイン電極(29)は、各々コンタクトホールを介してn<sup>+</sup>型ポリシリコン膜(n<sup>+</sup>poly-Si)にコンタクトされる。

## 【0059】

その後、図20に示す如く、プラズマCVD装置などにより窒化シリコン膜( $\text{SiN}_x$ )を例えば膜厚500nm程度、基板温度300℃程度で成膜することにより保護膜とする。そして、その上にフォトレジスト層(31)を形成してから窒化シリコン膜( $\text{SiN}_x$ )をパターニングし、例えばドライエッチングによって該窒化シリコ

ン膜( $\text{SiN}_x$ )にコンタクトホール(32)を形成した後、更に窒化シリコンのエッチングに要する時間+10%程度のオーバーエッチングを加える。この処理で、アルミニウム合金表面も数十nm程度エッチングされる。

#### 【0060】

その後、図21に示す如く、例えば酸素プラズマによるアッシング工程を経て前掲と同様にアミン系剥離液などを用いてフォトレジストの剥離処理を行った後、例えばスパッタリングにより膜厚100nm程度のITO膜を成膜し、ウェットエッチングによりパターンニングして画素電極(5)を形成する。この処理で、ドレイン電極(29)は画素電極(5)に直接コンタクトする。

#### 【0061】

その後、トランジスタの特性を安定させるため、例えば350℃程度で1時間程度アニールすると、ポリシリコンTF Tアレイ基板が完成する。

#### 【0062】

上述した第2の実施例に係るTF Tアレイ基板、および該TF Tアレイ基板を備えた液晶表示装置によれば、先に説明した第1の実施例と同等の効果が得られる。

#### 【0063】

なお、上記画素電極の素材としては、酸化インジウム錫もしくは酸化インジウム亜鉛が好適であり、また前記アルミニウム合金配線材は、非平衡状態で固溶した合金成分の一部または全部を析出物、金属間化合物、もしくは濃化層として形成させ、電気抵抗率を $8\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、より好ましくは $5\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下に調整されていることが好ましい。そして、上記アルミニウム合金配線と画素電極との接触界面に存在する析出物もしくは金属間化合物は、長径が $0.03\mu\text{m}$ を超えるサイズのものとして、 $100\mu\text{m}^2$ 当たり0.5個超、より好ましくは2個以上存在させれば、接触抵抗を有意に低減できるので好ましい。

#### 【0064】

また上記製法を実施するに当っては、上記アルミニウム合金配線に非平衡状態で固溶した合金成分(特にSm)の一部または全部と画素電極の合金成分を、好ましくは150~400℃で15分以上熱処理することによって相互拡散させれ

ば、上記アルミニウム合金配線と画素電極の接触界面に容易に金属間化合物を形成させることができる。また、上記アルミニウム合金配線を形成する方法としては蒸着法やスパッタリング法などが挙げられるが、これらの中でも特に好ましいのはスパッタリング法である。

#### 【0065】

そして、上記アルミニウム合金配線上に絶縁膜を積層形成し、該絶縁膜にコンタクトホールエッチングを行った後、引続いてアルミニウム合金配線をアルミニウム合金表面から1~200nm、より好ましくは3~100nmライトエッチングし、該アルミニウム合金配線中に非平衡状態で固溶した合金成分の一部または全部の析出物もしくは金属間化合物を部分的に露出させれば、その上に形成される画素電極との接触抵抗をより一層低減できるので好ましい。

#### 【0066】

上記ライトエッチングは、前記アルミニウム合金配線をエッチングし得るガスを用いたドライエッチング、あるいは、アルミニウム合金配線をエッチングし得る薬液を用いたウェットエッチングによって行うことができ、該ライトエッチング工程で使用する薬液としては、パターニングに使用するフォトリソの剥離液を用いるのがよい。

#### 【0067】

かくして得られるTF Tアレイ基板を使用し、前記図1に示した様な平面表示デバイスとしての液晶表示装置を完成させる。

#### 【0068】

即ち、上述の様にして完成したTF Tアレイ基板(1)の表面に、例えばポリイミドを塗布し、乾燥してからラビング処理を行って配向膜を形成する。

#### 【0069】

一方、対向基板(2)は、先ずガラス基板に、例えばクロムをマトリクス状にパターニングすることによって遮光膜(9)を形成する。そして該遮光膜(9)の間に、樹脂製の赤、緑、青のカラーフィルタ(8)を形成する。この遮光膜(9)とカラーフィルタ(8)上に、ITOの如き透明な導電性膜を共通電極(7)として配置することにより対向電極を形成する。そして、該対向電極の最上層に例えばポリイミド

を塗布し、乾燥してからラビング処理を行って配向膜(11)を形成する。

#### 【0070】

そして、アレイ基板(1)と対向基板(2)の配向膜(11)が形成されている面を夫々対向配置し、樹脂製などのシール材(16)により液晶の封入口を除いて2枚の基板を貼り合わせる。このとき2枚の基板間には、スペーサー(15)を介すなどして2枚の基板間のギャップを略一定に保つ。

#### 【0071】

かくして得られる空セルを真空中に置き、封入口を液晶に浸した状態で徐々に大気圧に戻して行くことにより、空セルに液晶分子を含む液晶材料を注入して液晶層を形成し、封入口を封止する。最後に、セルの外側の両面に偏光板(10)を貼り付けて液晶パネルを完成させる。

#### 【0072】

更には図1に示した如く、液晶表示装置を駆動するドライバ回路を液晶パネルに電氣的に接続し、液晶パネルの側部あるいは裏面部に配置する。そして、液晶パネルの表示面を規定する開口を含むフレームと、面光源をなすバックライト(22)と導光板(20)と保持フレーム(23)によって液晶パネルを保持し、液晶表示装置を完成させる。

#### 【0073】

次に、本発明に係るアレイ基板上の画素電極(5)に直接コンタクトした場合の、画素電極(5)とアルミニウム合金配線の間のコンタクト抵抗を測定した結果を表1に示す。

#### 【0074】

該測定実験は下記の通りとした。

#### 【0075】

- 1)画素電極の構成：酸化インジウムに10質量%の酸化スズを加えた酸化インジウムスズ(ITO)、または酸化インジウムに10質量%の酸化亜鉛を加えた酸化インジウム亜鉛(IZO)、膜厚は何れも200nm、
- 2)アルミニウム配線材の構成：合金成分含量は表1の通り、
- 3)熱処理条件：厚さ300nmの絶縁膜( $\text{SiN}_x$ )を成膜した後、真空中、300

℃で1時間の熱処理、

4) ライトエッチング: 上記絶縁膜( $\text{SiN}_x$ )を、フッ素系プラズマを用いてドライエッチングした後、引続いて各アルミニウム配線材を約10 nmエッチングし、更に剥離液(前掲の「106」)を用いて、表層のコンタミネーション層と共に約5 nm、合計で15 nm(膜厚の5%)エッチングする。

#### 【0076】

5) 接触抵抗測定法:

図22に示す様なケルビンパターンを作製し、4端子測定[I TO (または I Z O) - A l 合金に電流を流し、別の端子で I T O (または I Z O) - A l 合金間の電圧降下を測定する方法]を行う。即ち、図22の I 1 - I 2 間に電流 I を流し、 $V_1 - V_2$ 間の電圧 V をモニターすることにより、コンタクト部 C のコンタクト抵抗 R を  $[R = (V_2 - V_1) / I_2]$  として求める。なお上記パターンの作製法は下記の通りとした。

#### 【0077】

ガラス基板の代わりに表面に基板と絶縁を取るため、表面に厚さ400 nmの酸化膜( $\text{SiO}_2$ 熱酸化膜)を形成したシリコンウエハを使用し、A l 合金300 nmをスパッタリング法によって成膜し、パターンニングした後、CVD法によって厚さ300 nmの絶縁膜( $\text{SiN}_x$ )を成膜する。その後、そのまま真空の成膜チャンバー内で1時間熱処理を行ってから取り出す。その後、フォトリソグラフィによって80  $\mu\text{m}$ □のコンタクトホールをパターンニングし、フッ素系プラズマによりエッチングすることによってコンタクトホールを形成する。この時、絶縁膜のエッチング時間に追加して、時間換算で10%のオーバーエッチングを行う。この処理でアルミニウム合金膜の表層は、厚さ約10 nm(膜厚の3.3%)取り除かれる。

#### 【0078】

その後、酸素プラズマアッシング、剥離液によるレジスト剥離を行う。なお剥離液としては、東京応化社製の「剥離液106」を使用し、100℃で10分間洗浄する。このとき、アルミニウム合金の表層に形成されたフッ化物や酸化物、カーボンなどのコンタミネーションが取り除かれる(厚さで約数 nm)。そして



、ITO（またはIZO）をスパッタリングによって200nm成膜し、パターニングを行う。

### 【0079】

次に接触抵抗の測定には、4端子のマニュアルプローバーと半導体パラメータアナライザー「HP4156A」（ヒューレットパッカー社製）を用いた。この測定では、 $R$ （コンタクト抵抗） $= [I_2 / (V_2 - V_1)]$  で表わされ、配線抵抗の影響を除いた、ITO（またはIZO）/Al合金接合部分の純粋な抵抗値を測定できる。

### 【0080】

なお各試料につき、走査線電子顕微鏡観察とオージェ分光法による組成の2次元マッピング化によって、コンタクトホールのITO（またはIZO）/Al合金接合部に存在する金属間化合物のサイズと個数を調べたところ、何れも、サイズが約0.3 $\mu\text{m}$ 程度の金属間化合物が1個/100 $\mu\text{m}^2$ 以上の密度で存在していることが確認された。同様にして、コンタクトホールのIZO/Al合金接合部に存在する金属間化合物のサイズと個数を調べたところ、何れも、サイズが約0.3 $\mu\text{m}$ 程度の金属間化合物が3個/100 $\mu\text{m}^2$ 以上の密度で存在していることが確認された。

### 【0081】

【表1】

メタル電極膜	合金成分含量 (at%)	画素電極	
		ITO	IZO
Mo	-	$7.4 \times 10^1 \Omega$	$8.1 \times 10^0 \Omega$
純Al	-	$1.5 \times 10^5 \Omega$	-
Al-Nd	0.6	$8.4 \times 10^4 \Omega$	$1.4 \times 10^5 \Omega$
Al-Au	3.4	$7.6 \times 10^1 \Omega$	$1.2 \times 10^1 \Omega$
Al-Ag	3.8	$5.7 \times 10^1 \Omega$	$9.4 \times 10^0 \Omega$
Al-Zn	2.4	$9.3 \times 10^1 \Omega$	$9.9 \times 10^0 \Omega$
Al-Sr	1.1	$2.3 \times 10^1 \Omega$	$1.4 \times 10^1 \Omega$
Al-Bi	0.9	$9.2 \times 10^1 \Omega$	$2.3 \times 10^1 \Omega$
Al-Ni	1.4	$1.7 \times 10^1 \Omega$	$9.9 \times 10^0 \Omega$
Al-Sm	0.5	$8.6 \times 10^1 \Omega$	$1.1 \times 10^1 \Omega$
Al-G	1.1	$2.3 \times 10^1 \Omega$	$1.3 \times 10^1 \Omega$
Al-Cu	4.1	$2.3 \times 10^2 \Omega$	$1.3 \times 10^0 \Omega$

## 【0082】

表1からも明らかな様に、ITO膜に直接純アルミニウム配線をコンタクトさせた場合、コンタクト抵抗は $1.5 \times 10^5 \Omega$ であり、更にITO膜に直接、代表的なアルミニウム合金配線であるAl-Nd合金をコンタクトさせた場合、コンタクト抵抗は $8.4 \times 10^4 \Omega$ である。また従来構造として、ITO膜とAl-Nd配線との間にバリアメタルとしてモリブデンを配置させた場合のコンタクト抵抗は、 $7.4 \times 10^1 \Omega$ であった。

## 【0083】

一方、Al-Au配線のコンタクト抵抗は $7.6 \times 10^1 \Omega$ 、Al-Ag配線のコンタクト抵抗は $5.7 \times 10^1 \Omega$ 、Al-Zn配線のコンタクト抵抗は $9.3 \times 10^1 \Omega$ 、Al-Cu配線のコンタクト抵抗は $2.3 \times 10^2 \Omega$ 、Al-Ni配線のコンタクト抵抗は $1.7 \times 10^1 \Omega$ 、Al-Sr配線のコンタクト抵抗は $2.3 \times 10^1 \Omega$ 、Al-Sm配線のコンタクト抵抗は $8.6 \times 10^1 \Omega$ 、Al-Ge配線のコンタクト抵抗は $2.3 \times 10^1 \Omega$ 、Al-Bi配線のコンタクト抵抗は $9.2 \times 10^1 \Omega$ であり、何れも従来構造であるモリブデンをバリアメタルとして用いた場合と略同等であった。

## 【0084】

また画素電極に、イオン化ポテンシャルがアルミニウムと同等に高く、耐還元性に優れたZnを含むIZO膜を用いた結果も、併せて表1に示した。

## 【0085】

IZO膜は、 $\text{In}_2\text{O}_3$ にZnOを10質量%程度添加した透明膜であり、この場合、コンタクト抵抗は更に低下し、ITO膜に比べて数分の一となった。この理由としては、以下の2つが考えられる。

## 【0086】

まず、IZOの電氣的ポテンシャル(仕事関数)がITOよりも高いため、仮にアルミニウム合金配線と画素電極の界面に極薄い絶縁物層が形成され、金属-絶縁膜-画素電極よりなるMIM構造(Metal-Insulator-Metal)で、絶縁膜の厚さが同じであったとしても、仕事関数の高い画素電極は、電位差を加えたときに界面の絶縁膜の厚さが見掛け上より薄く見え、トンネリング電流成分が増加する

ためと考えられる。

# 【0087】

また、ITO中のZnはITO中のSnに比べてイオン化ポテンシャルが高く、アルミニウムに還元され難い性質を有しているため、アルミニウム合金と画素電極の界面に絶縁物が形成され難くなることも考えられる。

# 【0088】

なお、上記測定で用いた画素電極と接触配線部とのコンタクト領域は、 $80 \times 80 \mu\text{m}$ 角とした。

# 【0089】

次に、前記図11として示した構造で固溶元素を銀、亜鉛とした場合、上記表1に示す各合金のコンタクト抵抗と、固溶元素の析出物またはアルミニウムを含む固溶元素の金属間化合物の密度との関係は、表2に示す値となる。

# 【0090】

【表2】

直径( $\mu\text{m}$ )	Zn		Ag	
	個/ $80 \mu\text{m} \square$	個/ $10 \mu\text{m} \square$	個/ $80 \mu\text{m} \square$	個/ $10 \mu\text{m} \square$
1	0.118	0.00185	0.03	0.000461
0.5	0.473	0.0074	0.12	0.00185
0.3	1.31	0.0205	0.333	0.00513
0.1	11.8	0.185	2.999	0.0461
0.05	47.3	0.74	12	0.185
0.03	131	2.05	3.33	0.513
0.01	1180	18.5	300	4.61
0.001	118000	1849	30000	461

# 【0091】

本発明において、固溶元素の析出物もしくは金属間化合物を通して画素電極とアルミニウム合金配線の電氣的導通をとる場合、即ち各アルミニウム合金において画素電極とアルミニウム合金の界面には、固溶元素の析出部分を除いて酸化し易いアルミニウムが画素電極と接し、その表面に高抵抗のアルミニウム酸化物が存在する場合、コンタクト抵抗は、低抵抗な固溶元素の析出物もしくは金属間化合物の電気抵抗率によって決まると考えられる。仮に全てが固溶元素単一の析出

物によって電氣的導通が取れているとすると、計算によって、所望のコンタクト抵抗を満たすために必要な析出物の表面積と密度を規定することができる。

#### 【0092】

いま、コンタクトサイズが $80 \times 80 \mu\text{m}$ 角の場合に必要なコンタクト抵抗を $5 \text{ k}\Omega$ 以下と仮定する。固溶元素が亜鉛の場合には、亜鉛の電気抵抗率は $5.92 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ であり、長径 $0.03 \mu\text{m}$ の亜鉛の単一析出物が画素電極とアルミニウム合金界面に平面的に析出すると仮定すると、 $131.2$ 個以上の析出物が必要となる。即ち、密度で $2.05 \text{ 個}/100 \mu\text{m}^2$ 以上が必要となる。また固溶元素が銀の場合は、銀の抵抗率は $1.5 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ であり、長径 $0.03 \mu\text{m}$ の銀の単一析出物が画素電極とアルミニウム合金界面に平面的に析出すると仮定すれば、 $32.6$ 個以上の析出物が必要となる。即ち、密度で $0.51 \text{ 個}/100 \mu\text{m}^2$ 以上が必要となる。

#### 【0093】

但し、実際には金属間化合物を作る合金系の場合には金属間化合物の形で、また大小取り混ぜて存在すると考えられるが、亜鉛および銀を用いたときのコンタクト抵抗の計算結果は、実験結果とほぼ同じオーダーであった。

#### 【0094】

この様に、ITO膜に対して純アルミニウム配線を直接コンタクトさせた場合に比較して、本発明に係るアルミニウム合金を用いた場合には、コンタクト抵抗が約 $1/10^4$ になる。

#### 【0095】

上述した様に、本発明の実施形態で液晶表示デバイスを試作したところ、製造歩留り、表示品位共に、ITO膜とバリアメタルを組み合わせた場合と全く同等のレベルであった。従ってこの液晶表示デバイスでは、バリアメタルを配置することなく、従来の液晶表示デバイスと同等の性能を得ることが可能となる。

#### 【0096】

よってバリアメタルを省略することができ、製造工程を簡略化できるため、製造コストを大幅に低減できる。

#### 【0097】

すなわち、従来の純アルミニウムやアルミニウム合金、或いはMo-W膜に代えて、上述した如き特定の元素を含むアルミニウム合金を電極素材として使用することにより、画素電極との直接コンタクトが可能となり、製造工程が簡略化され、大幅な製造コスト低減が可能となる。

#### 【0098】

また前記表1の実験法と同様にして、Al-2at%Ag合金（膜厚：300nm）上に窒化シリコン（SiN<sub>x</sub>）を製膜した後、300℃×1時間の熱処理を施し、80μm角のコンタクトホールをフォトリソグラフィーによってパターンニングした後、フッ素系プラズマを用いてドライエッチングを行った。この時、窒化シリコン（SiN<sub>x</sub>）膜のエッチングに引続いてオーバーエッチングする際の時間を調整することで、アルミニウム合金に対するエッチング深さを変化させた。その後、アッシングと剥離液「106」による洗浄を行ってITO膜を製膜した。アルミニウム合金表面のエッチング深さは、走査型電子顕微鏡および透過型電子顕微鏡による断面観察によって測定した。

#### 【0099】

図23は、アルミニウム合金表面のエッチング深さとコンタクト抵抗の関係を示したもので、この図からも明らかな様に、僅かでもアルミニウム合金表面がエッチングされていると、コンタクト抵抗は急激に減少することが分る。これは、エッチングによってアルミニウム合金表面に固溶元素の析出物もしくは金属間化合物が露出し、画素電極と電氣的に接続できたためと思われる。

#### 【0100】

そして実験的には、アルミニウム合金表面から5nm程度のエッチング深さであっても、約56Ωのコンタクト抵抗が得られることが確認された。この様な低抵抗のコンタクトをとるのに必要なエッチング深さは、析出物もしくは金属間化合物の組織の大きさや分布、アルミニウム合金の表面酸化物層の厚さ等によって決まると考えられる。オージェ電子分光法によると、該アルミニウム合金表面にはAgを主成分とする析出物が露出していることが確認された。また、析出物の表面には酸化物層などの絶縁物層は存在しない。

#### 【0101】

観察した試料は、既にアルミニウム合金表面から 5 nm エッチングした状態であり、アルミニウム合金表面に析出物もしくは金属間化合物を露出させれば、そのまま画素電極との電氣的な接続が可能であると考えられるが、少なくとも表層のコンタミネーション層はエッチングする必要がある。また酸化されたアルミニウム合金表面の酸化物層の厚さは約 3 ～ 5 nm 程度であることから、このような場合に酸化物層を取り除いてアルミニウム合金表面を露出させるには、少なくとも 3 nm 程度以上のエッチング深さが必要となる。

#### 【0102】

一方、エッチング深さが深すぎると配線としての膜厚が薄くなり、電気抵抗が増加したり信頼性が低下するなどの問題が生じてくる。例えば本実施例で用いたソース・ドレイン電極の膜厚は 300 nm であり、アルミニウム合金と画素電極の直接コンタクトを確保するためのエッチング深さは、好ましくは 1 ～ 200 nm、より好ましくは 3 ～ 100 nm の範囲であると判断される。

#### 【0103】

##### 【発明の効果】

本発明は以上の様に構成されており、アルミニウム配線と画素電極の直接コンタクトを可能とし、バリアメタルを省略した表示デバイスとアレイ基板を提供し得ることになった。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

図1は、本発明の表示デバイス用アレイ基板が適用される液晶パネル基板と液晶表示デバイスの構成を例示する概略断面拡大説明図である

#### 【図2】

図2は、本発明の第1の実施例に係る表示デバイス用アレイ基板に適用される薄膜トランジスタの構造を例示する概略断面説明図である。

#### 【図3】

上記図2に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

#### 【図4】

上記図 2 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

【図 5】

上記図 2 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

【図 6】

上記図 2 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

【図 7】

上記図 2 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

【図 8】

上記図 2 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

【図 9】

上記図 2 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

【図 10】

上記図 2 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

【図 11】

本発明の実施例で得られた表示デバイス用アレイ基板における、アルミニウム合金配線と画素電極との接触界面の構造を例示する断面模式図である。

【図 12】

本発明の実施例で得られた表示デバイス用アレイ基板における、アルミニウム合金配線と画素電極との接触界面の他の構造を例示する断面模式図である。

【図 13】

本発明の実施例で得られた表示デバイス用アレイ基板における、アルミニウム合金配線と画素電極との接触界面の更に他の構造を例示する断面模式図である。

**【図 1 4】**

本発明の第 2 の実施例に係る表示デバイス用アレイ基板に適用される薄膜トランジスタの構造を例示する概略断面説明図である。

**【図 1 5】**

上記図 1 4 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

**【図 1 6】**

上記図 1 4 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

**【図 1 7】**

上記図 1 4 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

**【図 1 8】**

上記図 1 4 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

**【図 1 9】**

上記図 1 4 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

**【図 2 0】**

上記図 1 4 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

**【図 2 1】**

上記図 1 4 に示した表示デバイス用アレイ基板の製造工程の一例を、順番を追って示す説明図である。

**【図 2 2】**

図 2 2 は、アルミニウム合金と画素電極との接触抵抗測定に用いたケルビンパターンを示す図である。

**【図 2 3】**

実験で得たアルミニウム合金表面のエッチング深さとコンタクト抵抗の関係を



示すグラフである。

【符号の説明】

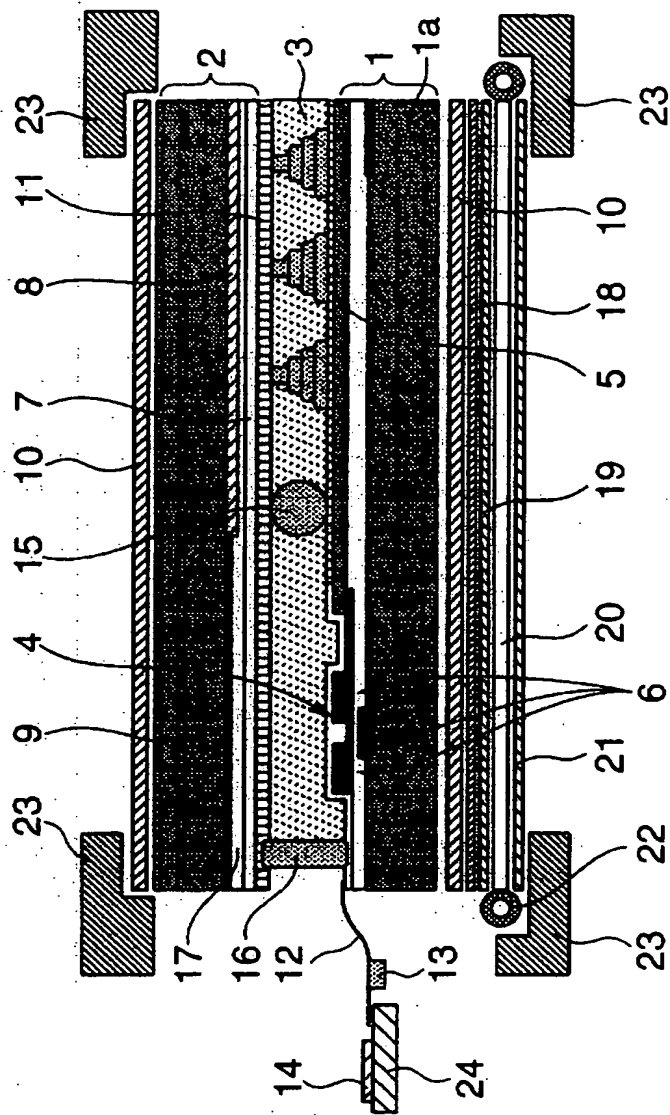
- (1) T F T アレイ基板
- (2) 対向電極
- (3) 液晶層
- (4) 薄膜トランジスタ (T F T)
- (5) 画素電極
- (6) 配線部
- (7) 共通電極
- (8) カラーフィルタ
- (9) 斜光膜
- (10) 偏光板
- (11) 配向膜
- (12) T A B テープ
- (13) ドライバ回路
- (14) 制御回路
- (15) スペーサー
- (16) シール材
- (17) 保護膜
- (18) 拡散板
- (19) プリズムシート
- (20) 導光板
- (21) 反射板
- (22) バックライト
- (23) 保持フレーム
- (24) プリント基板
- (25) 走査線
- (26) ゲート電極
- (27) ゲート絶縁膜

- (28) ソース電極
- (29) ドレイン電極
- (30) 保護膜（窒化シリコン膜）
- (31) フォトレジスト
- (32) コンタクトホール

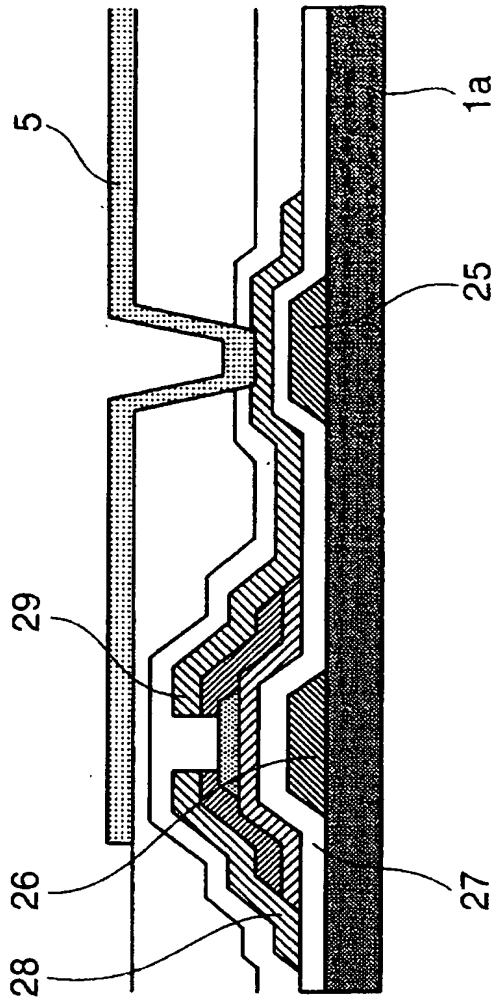
【書類名】

図面

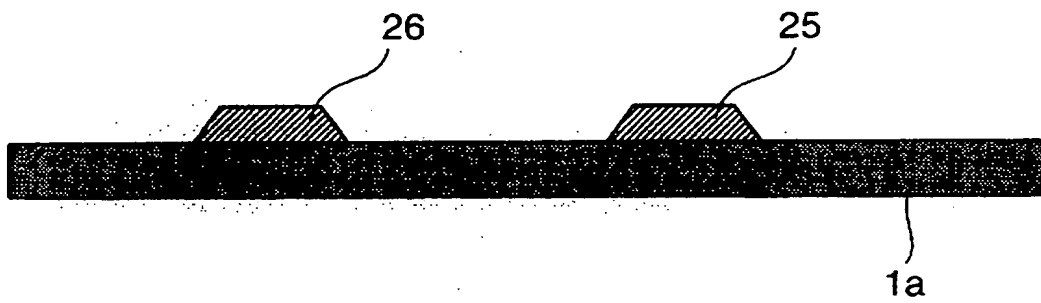
【図 1】



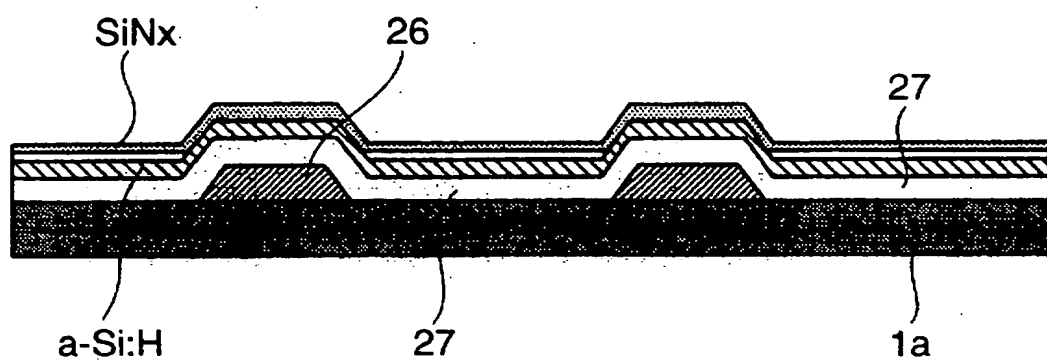
【図 2】



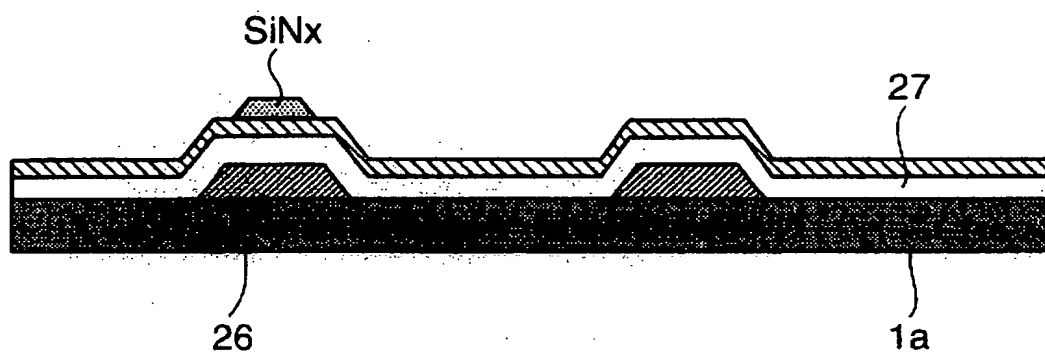
【図 3】



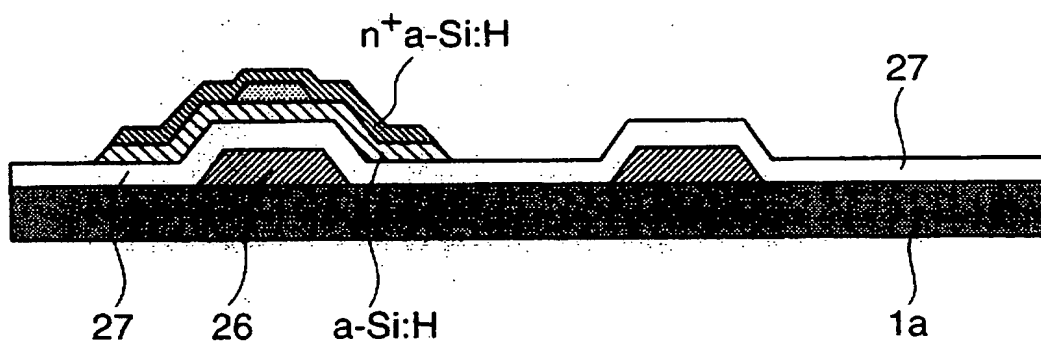
【図 4】



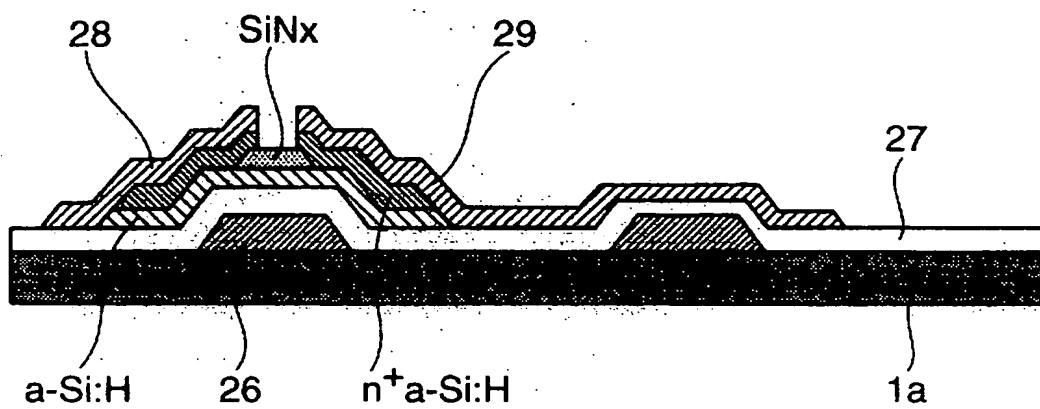
【図 5】



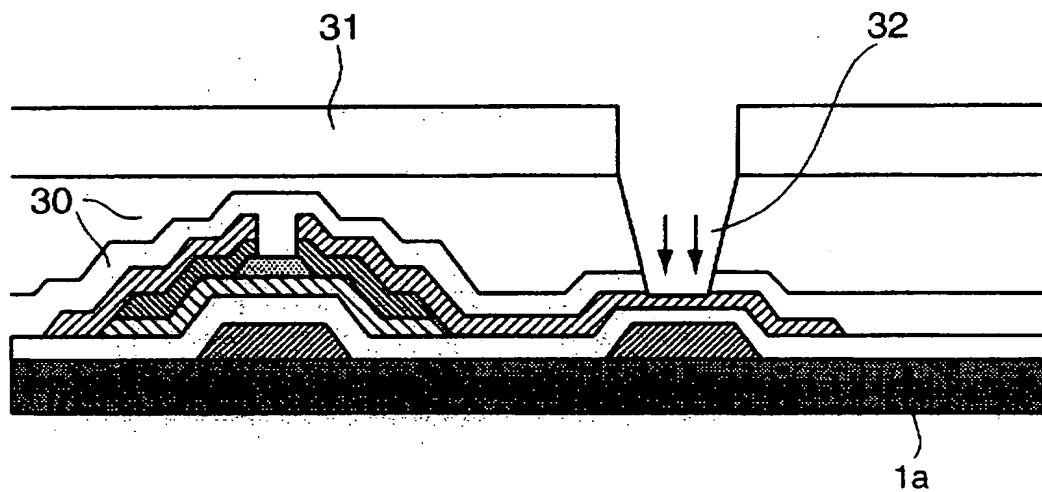
【図 6】



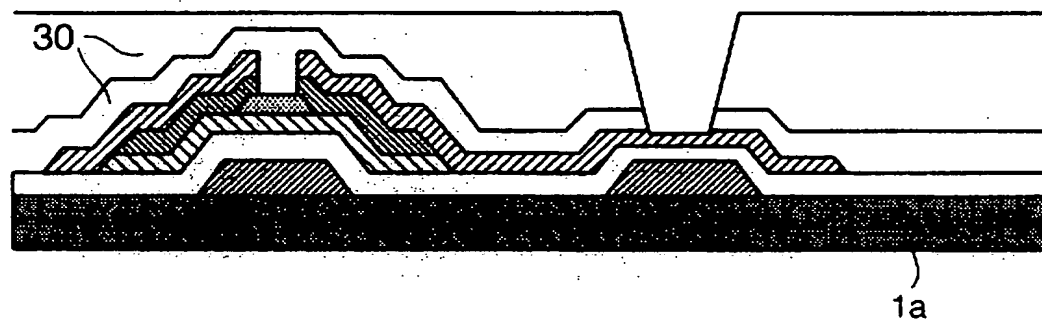
【図 7】



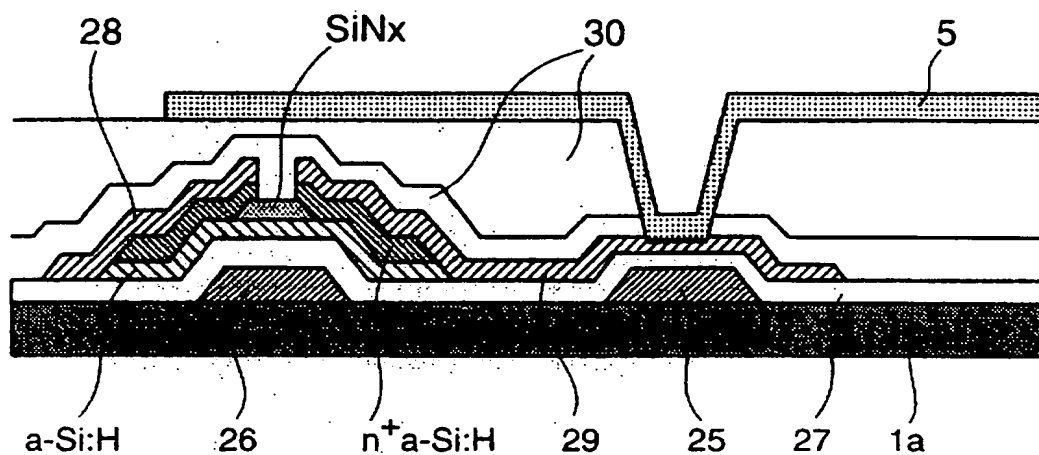
【図 8】



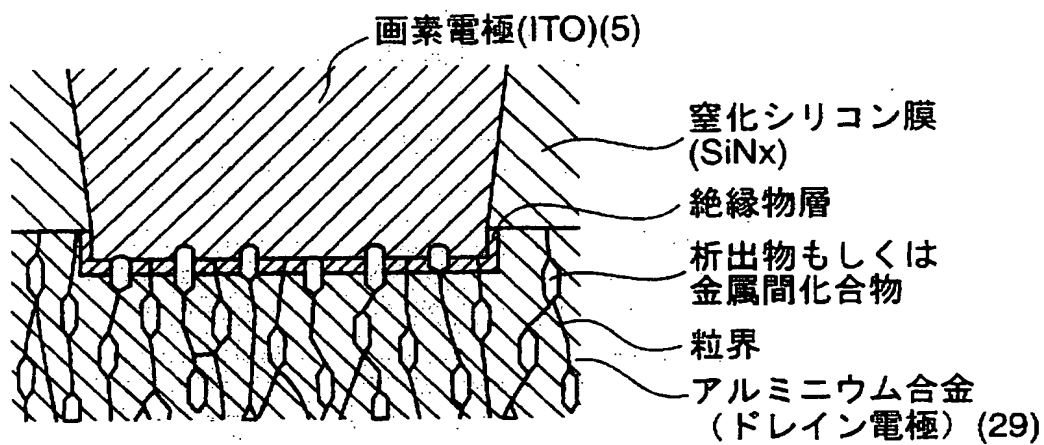
【図 9】



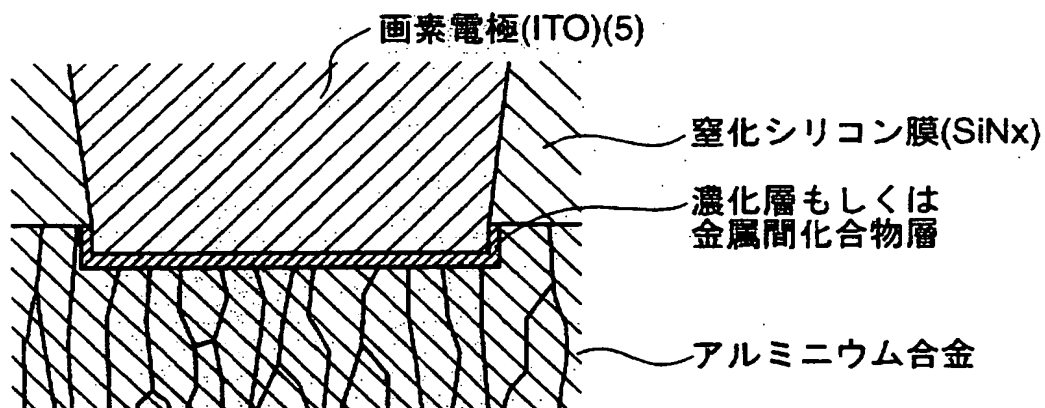
【図 10】



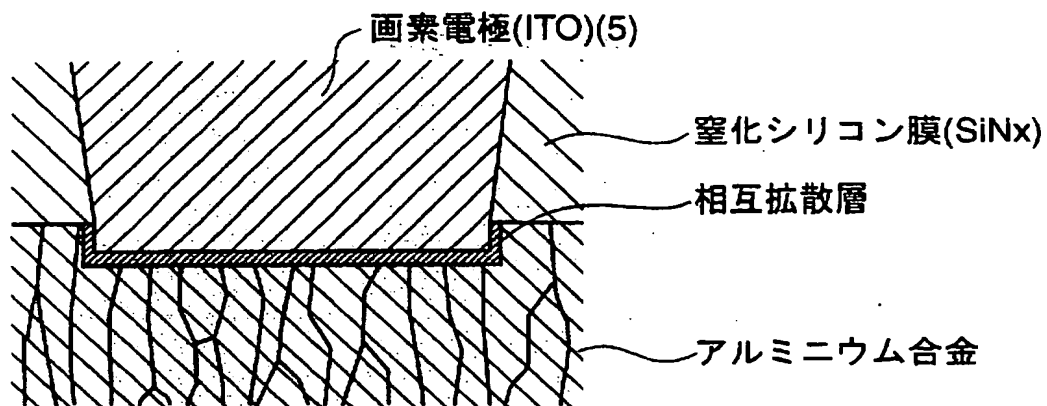
【図 11】



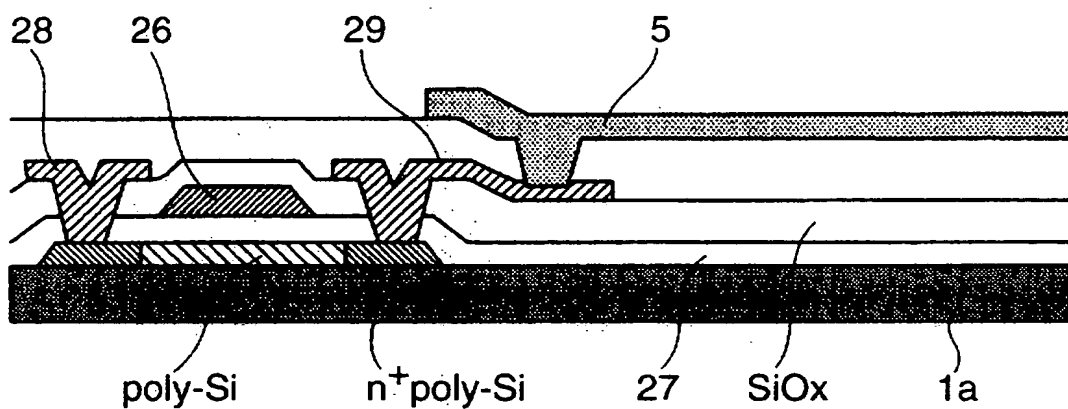
【図 12】



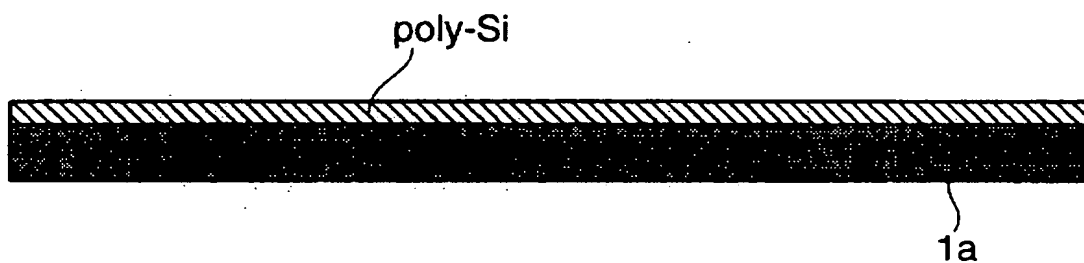
【図 13】



【図 14】



【図 15】

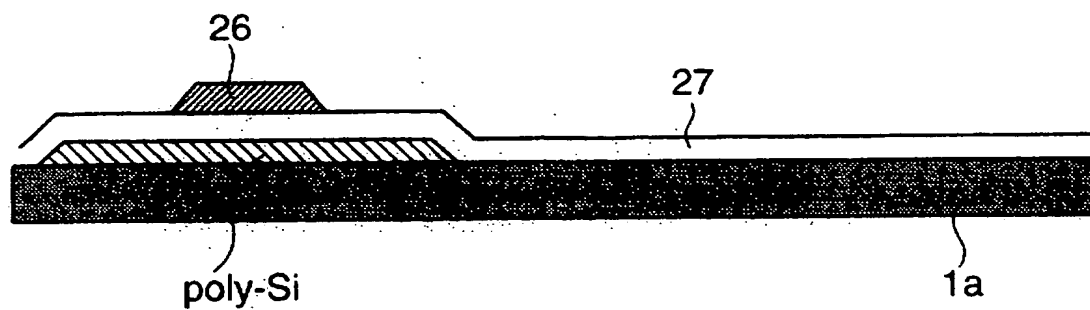


【図 16】

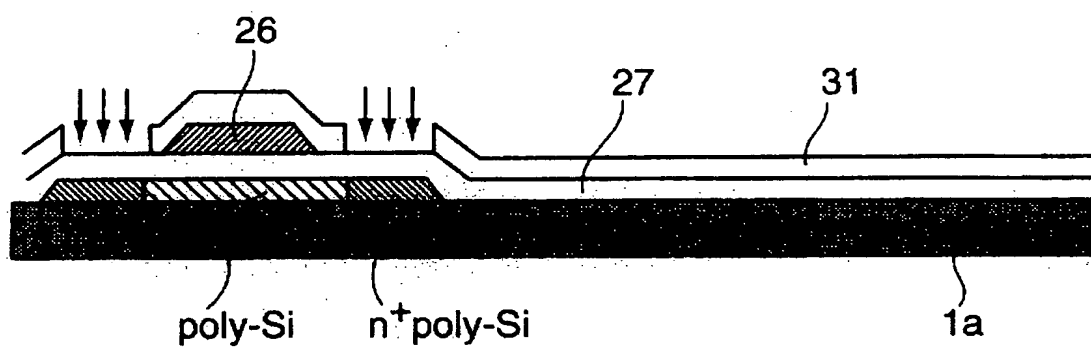




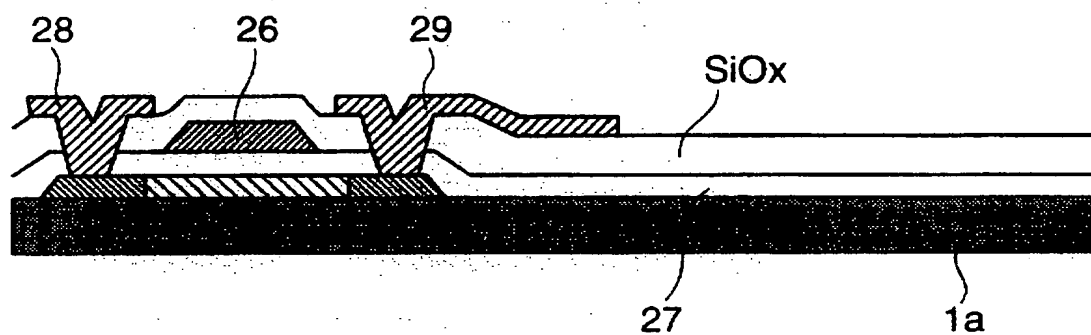
【図 17】



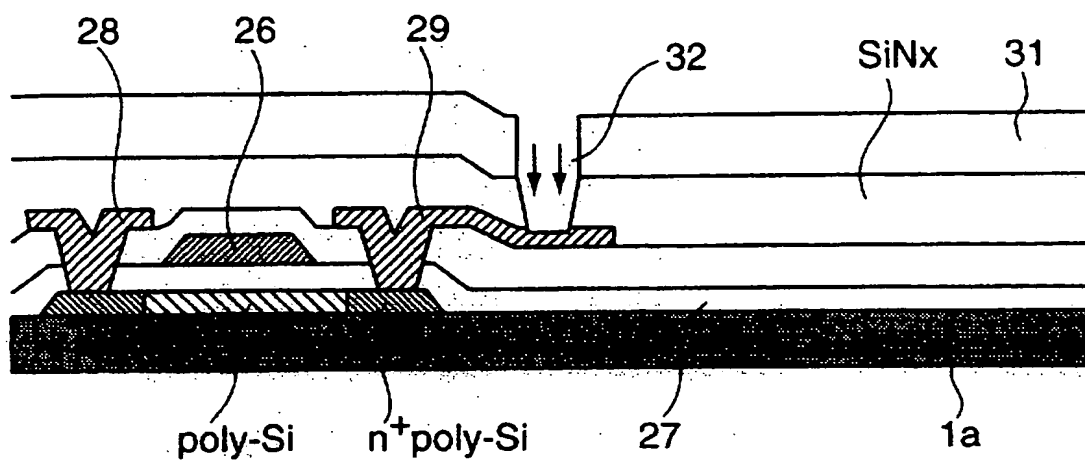
【図 18】



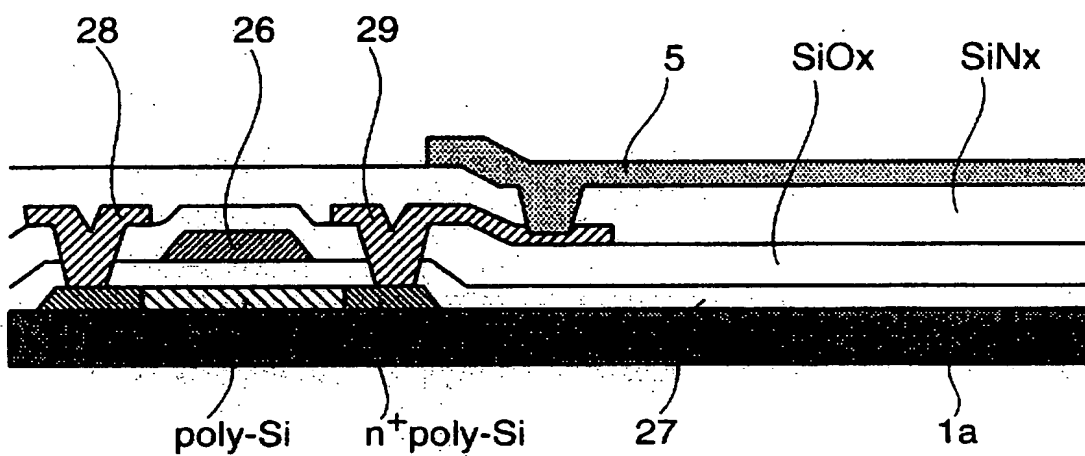
【図 19】



【図 20】

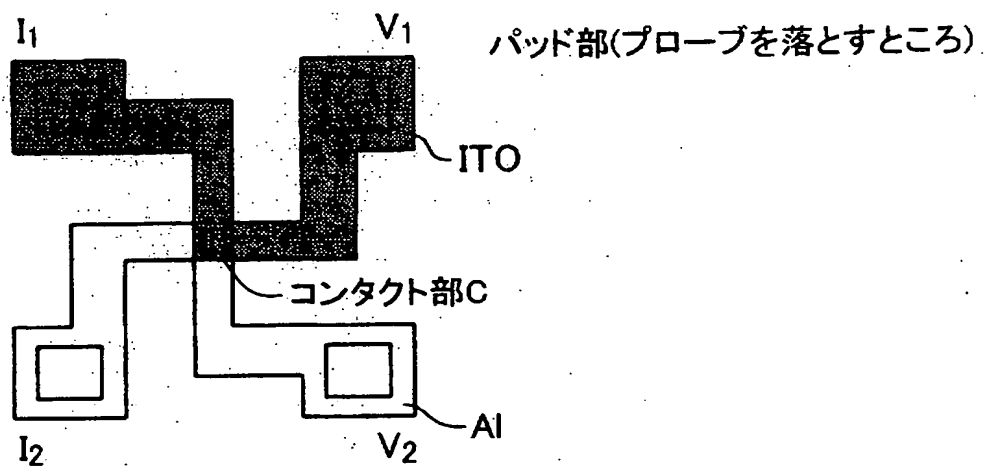


【図 21】

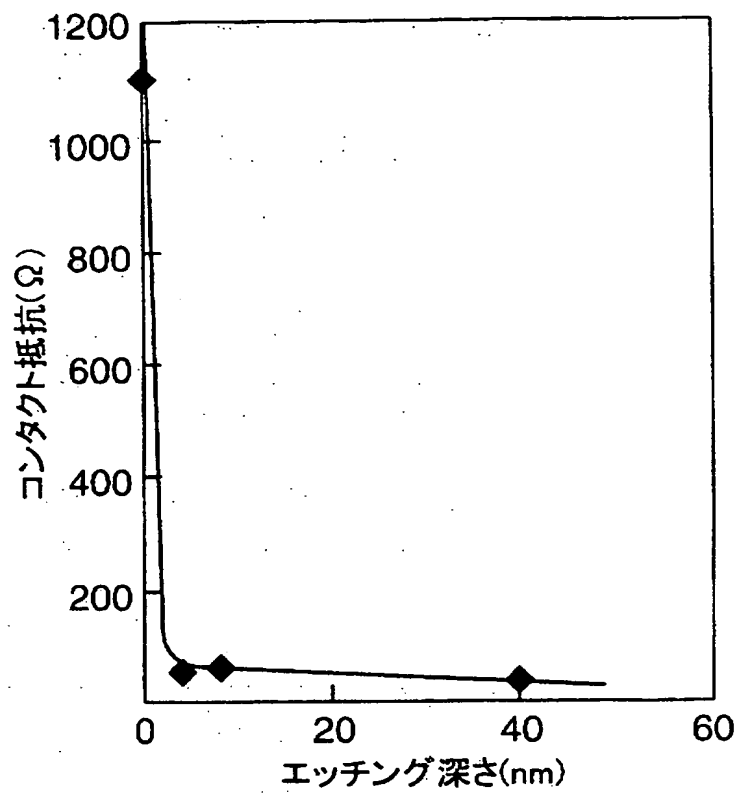


【図 22】

TEGパターン



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バリアメタル等の省略を可能にすると共に、工程数を増やすことなく簡略化し、アルミニウム合金配線材を画素電極に対し直接的かつ確実に接触させ得るような技術を確立すること。

【解決手段】 ガラス基板上に配置された薄膜トランジスタと画素電極、およびこれらを電氣的に接続するアルミニウム合金配線を有する表示デバイスであって、該アルミニウム合金配線には、合金成分としてAu, Ag, Znなどの1種以上が0.1～10原子%含有させ、該アルミニウム合金配線と画素電極の接触界面に、非平衡状態で固溶した前記合金成分の一部または全部が析出物、金属間化合物、もしくは濃化層として存在させる。

【選択図】 図2

特願 2002-368786

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001199]

1. 変更年月日

2002年 3月 6日

[変更理由]

住所変更

住 所

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号

氏 名

株式会社神戸製鋼所